

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 5月 6日

出願番号
Application Number: 特願 2004-137504

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

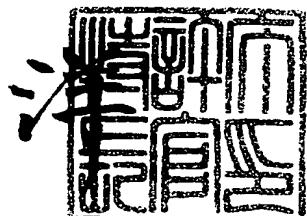
J P 2004-137504

出願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2005年 6月15日

小川



【宣状文】
【整理番号】 5520444-01
【提出日】 平成16年 5月 6日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G09F 9/30
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
【氏名】 浅尾 恭史
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【代理人】
【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
【弁理士】
【氏名又は名称】 西山 恵三
【電話番号】 03-3758-2111
【選任した代理人】
【識別番号】 100096965
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
【弁理士】
【氏名又は名称】 内尾 裕一
【電話番号】 03-3758-2111
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011224
【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9908388

【請求項 1】

変調手段によって明度を変化させる明度変化範囲と、前記変調手段によって色相を変化させる色相変化範囲とを持つ表示素子と、複数の異なる色の光源とを有し、前記光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子を変調させることによって時分割によるカラー画像を表示することを特徴とするカラー表示装置。

【請求項 2】

前記表示素子は光透過性領域と光反射性領域を有する半透過型表示素子であって、光反射性の領域において該色相変化範囲を表示色として用い、光透過性の領域において光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子の明度変化範囲の表示情報を切り替える請求項 1 記載のカラー表示装置。

【請求項 3】

前記表示素子は、単位画素が、第 1 の副画素と、赤・緑・青の三原色のうちいずれか一色のカラーフィルタを有する第 2 の副画素とを含む複数の副画素から構成され、少なくとも赤・緑・青の三種類の光源を有する半透過型表示素子であって、反射性の領域において、副画素 2 に前記明度変化範囲の変調を与えて前記カラーフィルタの色を表示させ、副画素 1 に前記色相変化範囲の変調を与えることで、三原色のうち副画素 2 に用いる原色以外の二つの色を表示させ、透過性の領域において、副画素 1 を透過する光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子における明度変化範囲の表示情報を切り替える請求項 2 記載のカラー表示素子。

【請求項 4】

前記カラー表示装置は、単位画素が赤・緑・青の三原色のうち、いずれか一色のカラーフィルタを有する第 2 の副画素と、副画素 2 の色と補色の関係にあるカラーフィルタを有する第 1 の副画素とを含む複数の副画素から構成される請求項 3 記載のカラー表示装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載のカラー表示装置の駆動方法であって、副画素 2 の画像表示周波数 F_{f2} および副画素 1 の画像表示周波数 F_{f1} にたいし、 F_{f1} は F_{f2} の少なくとも 2 倍であって、少なくとも副画素 2 のカラーフィルタ色と異なる二つの原色の光源を、画像表示状態に同期して時分割で交互に切り替えることによって一つの画像を形成するカラー表示素子の駆動方法。

【請求項 6】

副画素 2 のカラーフィルタ色の光源は常時点灯させる請求項 5 記載のカラー表示素子の駆動方法。

【請求項 7】

副画素 2 として緑色を用いる請求項 3 または 4 いずれかに記載のカラー表示装置。

【請求項 8】

電圧を印加することによって光学的性質が変化する液晶層を用いたカラー液晶表示装置であって、

前記カラー表示装置は、複数の異なる色の光源と、少なくとも 1 枚の偏光板と、電極が形成され対向配置された一対の基板と、該基板間に配置された液晶層とを有し、液晶層のリターデーションによって入射偏光を所望の偏光状態に変調させる機能を有すると共に、

前記カラー表示装置の単位画素は複数の副画素からなっており、

前記複数の副画素は、電圧印加によって液晶層のリターデーションを変化させて有彩色を表示する第 1 の副画素と、カラーフィルタを有し、電圧印加によって明度変化範囲でリターデーションを変化させて該カラーフィルタの色を表示する第 2 の副画素とを含み、

前記複数の光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子を変調させることによって時分割によるカラー画像を表示することを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 9】

前記液晶層の液晶分子は、電圧印加によってペンド配向と略垂直配向との間にて配向状態を変化させ、それによってリターデーションを変化させる請求項 8 に記載のカラー液晶表

小衣直。

【請求項 10】

第 1 の副画素が反射性領域と透過性領域とを含み、反射性領域の液晶層厚と透過性領域の液晶層厚とが実質的に等しい請求項 8 記載のカラー液晶表示装置。

【発明の名称】 カラー表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、多色表示可能なカラー表示素子とその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、フラットパネルディスプレイはパソコン用などの各種モニタ、携帯電話用表示素子などに広く普及しており、今後は大画面テレビ用途への展開を図るなど、ますます普及の一途をたどることが予測されている。中でも最も広く普及しているのが液晶ディスプレイであって、これら液晶ディスプレイにおけるカラー表示方式として広く使用されているのが、マイクロカラーフィルタ方式と呼ばれるカラー表示方式である。また、最近では三原色それぞれの画像を高速で切り替えて時分割による混色効果を利用したフルカラー表示方式（フィールドシーケンシャルカラー方式：FSC方式）が提案され、一部で実用化始めている。

【0003】

マイクロカラーフィルタ方式は、ひとつの画素を少なくとも3つの副画素に分割し、それぞれに3原色の赤（R）・緑（G）・青（B）のカラーフィルタを形成することによってフルカラー表示を行うものであり、高い色再現性能を容易に実現することができるというメリットがある一方、透過率が $1/3$ になってしまことから、光利用効率が悪くなってしまうという欠点がある。光利用効率の悪さは、バックライトを有する透過型液晶表示装置やフロントライトを有する反射型液晶表示装置においては、バックライトやフロントライトの消費電力が高くなってしまう原因となっている。

【0004】

FSC方式は、カラーフィルタを設ける必要が無いことから、低コスト・高光利用効率というメリットがある。しかし表示素子を非常に高速で駆動させる必要があるため、駆動系への負荷が大きく、また高速な表示素子を必要とすることから適用できる表示モードが制限され、現在のところ十分普及しているとは言えない。

【0005】

ところで最近は表示素子の一部の領域を光反射性領域とし、一部の領域を光透過性領域とするような半透過型液晶表示素子（非特許文献1参照）が、携帯電話や携帯情報端末などに広く使用されるようになってきている。とくに可搬型電子装置は、屋外で使用することが多く非常に明るい外光中でも十分な視認性が確保されることと、暗い室内においても高いコントラストや色再現性が確保されることが要求されており、それを満たす一つの候補技術が半透過型表示素子と考えられる。しかしながら、上記FSC方式では、透過型もしくは反射型として表示素子を実現することは可能であったが、前記半透過型表示素子への応用はほとんど提案されていない。特に反射および透過とともにカラー表示できるようなFSC方式の応用事例はまったくない。

【0006】

また、近年電子ペーパーディスプレイとして、液晶表示素子よりも視認性に優れた表示素子がいくつか報告されている。それらの多くは偏光板を用いないことによって明るい表示を実現しようとする。しかしながら、これらの表示素子においても、モノクロでは明るい表示が実現されているものの、カラー表示は液晶表示素子と同様にRGB三原色のカラーフィルタを用いるしかなく、カラー表示を紙に匹敵するような明るさで実現することは未だ出来ていないのが現状である。

【0007】

カラーフィルタを用いないカラー液晶表示装置として、ECB型（電界制御複屈折効果型）の液晶表示装置が知られている。ECB型液晶表示装置は、一対の基板間に液晶を挟持した液晶セルを挟んで、透過型の場合その表面側と裏面側とにそれぞれ偏光板を配置したものであり、反射型の場合には一方の基板にのみ偏光板を配置した一枚偏光板タイプ、

もし、ハは門ノリソ至林に細ル竹を直レ細ル竹ソト側に以リ竹を取リた一竹細ル竹ノイシムものがある。

[0008]

透過型のE C B型液晶表示装置の場合、一方の偏光板を透過して入射した直線偏光が、液晶セルを透過する過程で液晶層の複屈折作用により、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となり、その光が他方の偏光板に入射して、この他方の偏光板を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になる。

[0 0 0 9]

E C B型液晶表示素子は液晶の複屈折作用と偏光板の偏光作用とを利用して光を着色するものであり、カラーフィルタによる光の吸収がないから、光の透過率を高くして明るいカラー表示を得ることができる。しかも、電圧に応じて液晶層の複屈折性が変化するため、液晶セルへの印加電圧を制御することによって透過光や反射光の色を変化させることができる。これを利用すれば同じ画素で複数の色を表示することもできる。

$$[0 \ 0 \ 1 \ 0]$$

図1は、ECB型表示素子の複屈折量（リタデーションRと呼ばれる）と色度図上での座標の関係を示す。Rが0から250nm附近まではほぼ色度図の中央にあって無彩色であるが、それ以上になると複屈折量に応じて色が変化していく様子がわかる。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

液晶として、誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$ と表す) が負の材料を使用し、電圧無印加時に基板に対して垂直配向させると、電圧とともに液晶分子が傾斜していき、それにつれて液晶の複屈折量（リタデーションと呼ばれる）が増加していく。

[0 0 1 2]

このとき、クロスニコル下では図1の曲線に沿って色度が変化する。電圧無印加時にはRがほぼ0であるから光は透過せず、暗状態（黒状態）となっているが、電圧の増加に応じて、黒→グレー→白と明るさが増していく。さらに電圧を上げると色がついて、黄色→赤→紫→青→黄色→紫→水色→緑といったように色が変化する。

[0 0 1 3]

このように ECB 型表示素子は、低電圧側の変調領域では最大明度と最小明度との間を電圧によって明度変化させることができ、より高い電圧領域で、複数の色相を電圧によって変化させることができる。

[0 0 1 4]

図1に示すように、リタデーションで得られる色は、色度図上の外縁にある最大純度の色に比べてかなり純度が低い。これを補う方法としては、特許文献1にあるように、カラーフィルタを併用する。ECB表示の色を、同色のカラーフィルタを通すことにより純度を高めることができる。上記特許文献1では、青色表示を行なわない画素に赤色系または黄色系のカラーフィルタを配して、ECB効果で得られる赤色の短波長成分をカットし、純度の高い赤色を得る。

[0015]

以下、色度図上の黒→グレー→白と明るさが変化するリタデーションの範囲（0ないし250 nm）を明度変化範囲といい、黄色以上の有彩色変化の範囲（250 nm以上）を色相変化範囲という。無彩色と有彩色の境界ははっきりとは決められないので、上記範囲の250 nmは一応の目安である。

[0 0 1 6]

なお、本発明ではリタデーションによって得られる色について言及するが、それは図1の曲線に沿った色である。図1にあるように、純度が極大となる点はリタデーションが450 nm、600 nm、1300 nm付近にあり、赤色、青色、緑色として視認される。しかし、それらの点の前後におよそ100 nm幅でほぼ同じ色とみなせる範囲があるので、本発明ではその範囲の色も赤色、青色、緑色という。マゼンタは赤と青の中間530 nm付近にある。

[0 0 1 7]

逆市、微明表示装置などに用いられるモノクロノーマルノーマルはソノノーノンで呼ぶれる色よりは純度が高く、色度図上では上記の範囲の外側にある。本発明ではそれらも同名の色で呼ぶことにする。

【非特許文献1】シャープ技報第83号・2002年8月 p. 22

【特許文献1】特開平4-052625

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

上述の通り、半透過型液晶表示素子はメリットが大きく、広く利用されているものの、素子内にセル厚差を作りこむためのプロセス負荷が大きい点が課題となっている。また反射型よりも暗く透過型よりも光利用効率が悪い点、などはデメリットとも考えられ、反射・透過ともに光利用効率の改善が求められている。それに対してECB型液晶表示素子は高い光利用効率のカラー表示が可能ではあるものの、必要とされる液晶層厚が通常の液晶モードと比較して大きいために、非特許文献1と同様の半透過型へと応用する際には素子内に作りこむセル厚差が非常に大きいものとなってしまう。

【0019】

そこで本発明は、従来から広く用いられている、電圧などの外部変調手段によって透過率を変調させることができるモノクロ表示素子とRGBカラーフィルタとを単に組み合わせることで三原色を表示させる方式（以下、RGB-CF方式と呼ぶ）とは異なる方式を用いることによって光利用効率を向上させたカラー表示素子、ならびにそれを利用した半透過型表示素子を提供する。

【0020】

また本発明は、光利用効率の高い多色表示可能な反射型モードと透過型モードを両立可能な半透過型カラー液晶表示素子を提供する。

【0021】

さらに本発明では上記明るいモノクロ表示が実現しうる各種電子ペーパー技術に対しても明るいカラー表示を得ることが可能となる。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明は、外部から加えられる変調手段によって光学的性質を変化させる媒体を用いたカラー表示素子であって、前記媒体は、前記変調手段によって明度を変化させる明度変化範囲と、前記変調手段によって色相を変化させる色相変化範囲とを有する画素から構成され、該表示素子は複数の異なる色の光源を有しており、前記光源色を高速で切り替え、かつその切り替えに同期して媒体を変調させることによって時分割による混色効果によって画像を形成させる機能を有することを特徴とする。ECB効果による干渉色カラー（液晶限定なし）をFSCに適用するものである。

【0023】

前記表示素子は光透過性領域と光反射性領域を有する半透過型表示素子であって、前記反射性の領域において、該表示媒体における色相変化範囲を表示色として用い、前記透過性の領域において光源色を高速で切り替え、かつその切り替えに同期して該表示媒体における明度変化範囲の表示情報を高速で切り替えることによって、時分割による混色効果を用いた画像形成がなされる。すなわち本発明は、半透過型の透過領域にてFSCを利用する。

【0024】

前記カラー表示素子は、単位画素が赤・緑・青の三原色のうち、いずれか一色のカラー フィルタを有する第2の副画素（副画素2）と、第1の副画素（副画素1）とを含む複数の副画素から構成され、少なくとも赤・緑・青の三種類の光源を有する半透過型表示素子であって、前記反射性の領域において副画素2に前記明度変化範囲の変調を与えて前記カラー フィルタの色を表示させ、副画素1に前記色相変化範囲の変調を与えることで、三原色のうち副画素2に用いる原色以外の二つの色を表示させ、

前記透過性ノ領域において画面表示部を透過するループを同様に切替え、ノットノット替えて同期して該表示媒体における明度変化範囲の表示情報を高速で切り替える。EWF半透過型の透過領域にてFSCを利用する。180HzFSCを含む。

【0025】

本発明のカラー表示素子は、単位画素が赤・緑・青の三原色のうち、いずれか一色のカラーフィルタを有する第2の副画素（副画素2）と、副画素2の色と補色の関係にあるカラーフィルタを有する第1の副画素（副画素1）とを含む複数の副画素から構成される。マゼンタ付きEWF半透過型の透過領域にてFSCを利用する。120HzFSCができる。

【0026】

半透過型表示素子の透過表示に用いる駆動方法であって、副画素2の画像表示周波数（Ff2）および副画素1の画像表示周波数（Ff1）にたいし、Ff1はFf2の少なくとも2倍であって、少なくとも副画素2のカラーフィルタ色と異なる二つの原色の光源を、画像表示状態に同期して時分割で交互に切り替えることによって一つの画像を形成する。本発明の駆動方法はこのように緑の間欠点灯も含んでいる。

【0027】

半透過型表示素子の透過表示に用いる駆動方法において、副画素2のカラーフィルタ色の光源は常時点灯させる。

【0028】

副画素2として緑色を用いることが好ましい。副画素2が緑によってEWFの階調表現能が向上する。

【0029】

電圧を印加することによって光学的性質が変化する液晶層を用いたカラー液晶表示素子であって、前記カラー表示素子は、少なくとも1枚の偏光板と、電極が形成され対向配置された一対の基板と、該基板間に配置された液晶層とを有し、液晶層のリタデーションによって入射偏光を所望の偏光状態に変調させる機能を有すると共に前記カラー表示素子の単位画素は複数の副画素からなっており、前記複数の副画素は、電圧印加によって液晶層のリタデーションを変化させて有彩色を表示する第1の副画素と、カラーフィルタを有し、電圧によって明度変化範囲でリタデーションを変化させて該カラーフィルタの色を表示する第2の副画素とを含む。このよう日本発明は液晶に適用もできる。

【0030】

前記液晶層の液晶分子は電圧印加によって、ペンド配向と略垂直配向との間にて配向状態を変化させることでリタデーションを変化させる。OCBは高速応答性をもち、かつリタデーション変化させる液晶モードである。

【0031】

前記液晶層において、少なくとも副画素1における反射性領域の液晶層厚と透過性領域の液晶層厚とが実質的に等しい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

（基本形態）

本発明は、表示素子としてさまざまな形態に適用できるが、まずその表示原理について、ECB効果を有する液晶を一例に挙げて図2を参照して説明する。

【0033】

まず第一に、本発明の半透過型表示素子のうち、反射部に適用する表示方式について説明する。

【0034】

本発明の液晶表示素子では図2(a)に示すように、1画素50を複数の副画素51, 52に分割し、そのうちの1つの副画素52には緑色のカラーフィルタを重ねる。残る副画素51は、リタデーションを調節して、黒から白に至る無彩色の輝度変化と、赤からマゼンタを経て青にいたるいずれかの色とを表示させる。すなわち、電圧印加によって液晶

増ソソノノーンコノでタルシセシ月形凸で伏小リのホトツリ剛凹糸シ、ハノーノカルノで月し、電圧によって明度変化範囲でリタデーションを変化させて該カラーフィルタの色を表示する第2の副画素とで単位画素を構成する。視感度の高い緑色を表示させる画素には、ECBによる着色を利用しないで緑色のカラーフィルタGを用い、赤と青だけにECBによる着色現象を利用する事が特徴である。

[0035]

例えは、カラーフィルタのある緑(G)画素を暗状態とし、透明画素(以下、カラーフィルタのない画素をこう呼ぶ)を白色(無彩色変化領域の最大輝度状態)にすることにより、画素全体として白を表示することが出来る。

[0 0 3 6]

あるいは、G画素を最大透過状態にし、透明画素を有彩色領域のマゼンタ色にしてもよい。マゼンタ色は赤(R)と青(B)の両方の色を含むので、合成の結果白表示が得られる。

[0037]

G 単色にするには、G 画素を最大透過状態にし、透明画素を暗状態にする。R 単色 (B 単色) にするには、G 画素を暗状態にし、透明画素のリターデーション値を 450 nm (600 nm) にする。組み合わせることで R と G, B と G の混色も得られる。

[0 0 3 8]

G画素と透明画素とともにリタデーションを0にして暗状態とすれば黒表示が得られることはいうまでもない。

[0 0 3 9]

本発明の構成では、G画素はリタデーションを0から250 nmの範囲で変化させ、透明画素はリタデーションを0から250 nmの範囲と450 nmから600 nmの範囲で変化させる。通常は液晶材料は両副画素で共通にするので、駆動電圧範囲を異なるように設定する。

[0 0 4 0]

カラー フィルタを緑色に選んだ結果、緑をリターデーションの調節で作ることが回避されてセル厚を大きくする必要がない。また、緑色は視感度が高いので、カラー フィルタによって純度の高い色を作ることにより、画質が向上する。

[0041]

本発明の特徴は上記のようにG画素をカラーフィルタで表示し、その他の色を媒体（上の場合液晶）自身が発生させる色で表示するもので、液晶以外にも適用できる。すなわち、一般に、外部から加えられる変調手段によって光学的性質を変化させる媒体を用い、その媒体が、変調手段によって明度を変化させる変調領域と、色相を変化させる変調領域とを有するものであれば本発明が適用できる。具体的な媒体の例は以下で説明するが、そのような媒体を用いて表示素子を構成し、単位画素を、透明な第1の副画素と、カラーフィルタを有する第2の副画素で構成し、第1の副画素に色相が所定の範囲で変化するような変調を与えてその範囲の色を表示させ、第2の副画素に明度変化範囲の変調を与えてカラーフィルタの色の明るさ変化させる。黒、灰色、白の無彩色を表示するには、透明な第1の副画素に明度変化範囲の変調を与えること。

[0 0 4 2]

本発明により通常用いられる液晶表示素子と比較してセル厚を極端に厚くする必要がなくなる。図1によると、赤はリターデーションが450 nmであって、青はリターデーションが600 nmである。したがって、600 nmのリターデーションを実現するためのセル厚に設定すればよいことになる。上記例で言うと、セル厚は約10ミクロンでよいことになる。この程度であれば、応答速度の増加も小さく、約150ミリ秒程度となり、若干のボケは存在するものの動画表示が可能となる。

[0 0 4 3]

またここでは反射型液晶表示素子への適用を考えているので、液晶層を通過する光に影響を及ぼすリタテーション量は、入射光が液晶層を通過して反射層に至り、反射層にて反

引しにループ状で巡回して山形のいいノッチ、△凹状をループ巡回するところとなる。したがって必要なセル厚は、透過型モードの半分となるため応答速度はこの1/4の40ミリ秒以下となり、動画表示にもほぼ問題ないレベルにすることができる。さらにこのとき、公知のオーバードライブ駆動（表示情報が書き換わったときに、要求される駆動電圧よりも高い電圧を印加する駆動方法）を利用することによって、更なる高速応答性を得ることが可能である。

【0044】

また緑の色再現範囲はカラーフィルタによって決まり、かつ視感度がたかいために、白色成分の透過率を犠牲にすることなく高い色再現性を実現することが可能となる。

【0045】

したがって、光利用効率が高く、かつ視認上フルカラー表示可能な反射型表示素子と完全なフルカラー表示が可能な透過型表示素子とを両方兼ね備えた半透過型表示素子を実現することが可能となる。

【0046】

カラーフィルタプロセスが従来のRGB3回から2回へと低減することが可能となるため、低コスト化が実現できる。画素内にセル厚差を作りこむ必要が無いためにプロセス負荷が軽減する。

【0047】

従来の時分割カラー表示モードと比較すると駆動周波数が低くてよいために、超高速液晶モードを使用しなくてもよいことになり、液晶モードの選択肢も広くなる。また時分割による混色を利用しているために、透過部においても高い光利用効率を得ることが可能となる。

【0048】

(階調表示)

図2(a)の液晶表示素子では、視感度特性の高い緑画素については連続階調表示可能であるが、透明画素部分の有彩色状態つまり青と赤はECBによる着色を利用しているため階調表示はできない。

【0049】

図2(b)はこの点を改良するもので、透明画素は複数のサブピクセル51, 53に分割し、その面積比を変えることによってデジタル的に階調を表現する。

【0050】

サブピクセルは異なる面積を有しているので、点灯して色が表示されるサブピクセルの面積によっていくつかの段階の中間調が表示される。

【0051】

このとき前記サブピクセルがN個あったとき、その面積比を $1 : 2 : \dots : 2^{N-1}$ となるよう分割することで、リニアリティーの高い階調表示特性を得ることが出来る。図2(b)の例ではN=2としている。

【0052】

本発明の液晶表示素子では視感度特性の低い赤と青にのみデジタル階調を使用している。緑画素には0から250nmの範囲で連続的な変調を与えることにより連続的な階調が表示できる。そのために、人間の目には、階調性が大きく損なわれたようには感じられず、比較的良好なカラー画像を得ることができる。すなわち目の検知しうる階調数が少ない赤と青に限ってデジタル階調を使用することで、限られた階調数でも十分な特性を持たせることが可能となるのも本発明の特徴である。

【0053】

なお上記のように限られた階調数でも十分な階調性を感じさせるためにも、画素ピッチは細かい方が好ましい。つまり、人間が画素を識別できなくなる解像度という観点で、200ミクロンピッチ以下にしておくことがより望ましい。

【0054】

上記のとおり、本発明ではECB効果に基づく着色現象を利用する画素をサブピクセル

に分割する。このノルマル階調で表示可能としている。一方、ノーレンリノヒルに分割しない場合には、表示可能な階調数は明暗の2値のみに限定されるものの、従来のRGBカラーフィルタ方式を用いる場合と比較して1つの画素に必要な副画素数が3つから2つに減らすことが可能となる。これにより、ドライバICの数が同一であったときには有効画素数を1.5倍にし、高解像度な表示が得られる。もしくは同一の画素数を得るために必要なドライバIC数を減らすことが出来るために、低コストなパネルを得ることが可能となる。なお前記階調数の問題に対しても、ディザなどの画像処理を用いるとよい。これにより若干の粒状感は残存するかもしれないが階調表現可能となる。またこの粒状感は今後画素密度が高精細化するにつれ視認されづらくなるものと考えられる。

【0055】

(応用例)

以上述べたように、本発明の液晶表示素子は、赤、青色についてはECB効果に基づく着色現象を利用した表示方法をとるので、赤色と青色それぞれのカラーフィルタを使用する場合と比較して光ロスを大幅に減少させることができる。その結果、従来のRGBカラーフィルタのみによって三原色を表示する方式と比べて光利用効率の高い素子が得られることが特長である。よって本発明の液晶表示素子を反射型液晶表示素子として、ペーパーライクディスプレイまたは電子ペーパーに用いることが出来る。

【0056】

一方、本モードは透過型液晶表示素子としても、液晶層の透過率が高いので、従来方式のものと同一の輝度を得るために必要なバックライト消費電力が少なくて済み、低消費電力化という観点から好適に用いられる。

【0057】

さらに、高速な液晶応答性があるので、本発明の表示素子は動画表示にも用いることが出来る。従来、テレビ用途の液晶表示素子に関して、鮮明な動画特性を実現するために、1フレーム期間内でバックライトの消灯期間を設ける「擬似インパルス駆動」と称されている駆動方法が特開2001-272956などに提案されているが、消灯期間を設ける分だけの輝度低下が生じてしまうのが課題となっている。こうした用途に対しても本モードのように応答速度が速く、かつ透過率の高い表示素子を適用することが出来る。

【0058】

また高い光利用効率が求められる投射型表示素子にも好適に用いられる。

【0059】

(変形例)

以上述べた例では、緑色表示に関してはカラーフィルタを用いることによってアナログ階調を実現し、赤・青色についてはECB効果に基づく着色現象の利用および画素分割手法に基づく表示方法によって、赤色および青色表示の際にデジタル階調を実現した例を説明した。この例では、赤・青表示に対して限られた階調数でも十分な階調性を感じさせるためにも、高精細表示素子用途において、より好適に用いられる。

【0060】

一方、前述のような反射型液晶表示素子において、高い反射率でかつより多くの表示色が要求される用途も存在する。また、既にフルカラー表示可能な透過型液晶表示素子において、フルカラー表示能は維持したままバックライトの消費電力を抑制するために高い透過率の表示モードに対する要求もある。この他にも、高い光利用効率を有する液晶プロジェクターなど、フルカラー表示可能であってかつ光利用効率の高い表示モードに対する要求は非常に多く存在する。

【0061】

このような要求にこたえるため、前記説明した本モードを基本とし、さらに多色化できる手法として

(1) ECB効果による着色現象を赤色・青色以外のリターデーション値においても利用する方法

(2) 緑と補色関係にあるカラーフィルタが配設されている画素の低リターデーション領域

がある。以下で、それぞれの方法について説明する。

【0062】

(変形例1) ECB効果による着色現象を赤色・青色以外のリタデーション値においても利用する方法

上記説明中ではECB効果による着色現象を利用して赤色・青色表示を行う原理について説明した。このECB効果による着色現象では図6に示すように白色から青色に至るまで連続的に色調を変化させることができている。つまり、上記説明で述べた赤色・青色表示以外にも使用可能な表示色は多く存在しており、こうした表示色を用いることで上記説明よりも多くの表示色を表現することが可能となる。具体的には、前記第1の副画素にカラーフィルタが配設されていない構成において上記クロスニコル下での表示色変化について説明すると、図6中の矢印で示すように、リタデーション量がゼロから増加するにつれて黒色表示から灰色(中間調)を経て白色表示に至るような無彩色での明度変化が生じ、白色領域を超えたリタデーション量の範囲では、黄色→黄赤→赤→赤紫→紫→青紫→青色、というように様々な有彩色を連続的に変化させることができる。

【0063】

無彩色領域と緑画素と組み合わせることにより、明るいグリーンディスプレイを構成することも出来る。また、有彩色領域の色と緑画素を組み合わせて中間色を表示してもよい。

【0064】

またこれらの有彩色は、上記構成によって赤色・青色と同様にデジタル階調を表現することが可能となる。これによって更に多くの表示色を表現することが可能となる。

【0065】

また、基本色名は同一であっても微妙に異なるリタデーション値を用いることも可能である。この場合、色相は若干異なるが人間の目にはほとんど気にならない程度の色相差であって、明度のみが異なるようなリタデーションの値を選択することもできる。こうすることで有彩色の変化領域においても擬似的に中間調表現とみなすこと也可能である。

【0066】

(変形例2) 緑と補色関係にあるカラーフィルタが配設されている画素の低リタデーション領域の連続階調色を利用する方法

上記基本形態や変形例1のように前記第1の副画素にカラーフィルタを用いない場合には、白色領域を超えたリタデーション量の範囲では、黄色→黄赤→赤→赤紫(マゼンタ)→紫→青紫→青色という色調変化を示す。本変形例は、リタデーション変化で着色するほうの第1の副画素にマゼンタなどの緑色と補色の関係にあるカラーフィルタを配設するものである。これによって赤色および青色の色再現範囲を大幅に広げることが可能となる。

【0067】

図2(c)と(d)は本変形例の画素構成を示す。G画素51には基本形態と同じく緑のカラーフィルタが配設されており、基本形態および変形例1では透明であった第1の副画素(52、53)にマゼンタ色のカラーフィルタが配設されている。図2(c)が第1の副画素が1つ(52)の場合、(d)が第1の副画素を2:1の2つ(52, 53)に分割した場合である。

【0068】

第2の副画素(G画素)51には、上記基本形態と同じく明度を変化させる変調領域の変調を与えて緑色の明度を変化させ、第1の副画素(52, 53)には、色相を変化させる変調領域の変調を与えて有彩色を表示させるとともに、前記明度を変化させる変調領域の変調を与えてマゼンタ色の明度を変化させる表示を行う。

【0069】

図7に、波長480nm～580nmまでの透過率がゼロであり、それ以外の波長の透過率が100%となるような理想的なマゼンタカラーフィルタを配設した場合のリタデーションによる色変化の計算値を示す。リタデーション量がゼロから増加するにつれて黒色

な有彩色での明度変化を示す。その後リタデーション量が更に増加し、前記第1の副画素にカラーフィルタを用いない例での白色領域を超えたリタデーション量の範囲になったときに、マゼンタ→赤→赤紫（マゼンタ）→紫→青色、というような有彩色の連続的变化を示す。

【0070】

図6と比較してみると、色度変化の範囲が赤と青の純色（色度図の隅）近くにまで広がっており、マゼンタカラーフィルタを配設することによって赤と青の色再現範囲が広がっていることがわかる。またマゼンタカラーフィルタの効果によって、赤や青表示時に多少リタデーション量が変化しても色相は変動しにくくなっている。これによってプロセス時のセル厚変動や視野角、環境温度などに依存しにくい構成とすることが可能である。さらに前述の有彩色変化領域における擬似的な中間調を行う際にも、色相の変化を最小限にとどめることが可能となる。

【0071】

また、赤から青への変化が色度図の下辺に沿って動くので、赤から青への連続的な混色の変化が得られることもわかる。このように、マゼンタカラーフィルタを配設することによって赤と青の色再現範囲が広がると同時に、リタデーション変化したときに中間色の連続的变化も得られる。

【0072】

本実施形態で白色を表示するには、マゼンタ画素52, 53（本実施形態では、第1の副画素をこう呼ぶ）とG画素51をともに最大透過率を与える同じリタデーション値（250nm）に設定する。あるいは、G画素51を最大透過率状態（リタデーション値250nm）にし、マゼンタ画素52, 53を赤と青の中間のリタデーション値（550nm付近）に設定してもよい。前者の方法の場合、無彩色の明度を変化させるには、両副画素の階調がそろって変化するように、マゼンタ画素のリタデーションを緑色のカラーフィルタ画素のリタデーションに合わせて変化させればよい。

【0073】

黒表示、G・R・Bの各単色を表示する場合、それらの混色を表示する場合は、基本形態と同じである。

【0074】

マゼンタ画素が2つに分割されているときの階調表現は基本形態の図2（b）と同様である。

【0075】

本変形例のように、マゼンタ色など緑色と補色関係にあるカラーフィルタを用いることによって、無彩色の階調表現ができると同時に、緑の補色の階調表現ができることから、表現できる表示色数を大幅に増加させることができる。さらに緑色以外の原色の色再現範囲を拡大することができるとともに、視野角改善など各種特性の改善にも寄与することが可能となる。

【0076】

また、マゼンタカラーフィルタは赤色と青色の両方を透過するので、従来の赤と青のカラーフィルタを併設する方式に比べて明るい表示が得られる。

【0077】

次いで、本発明の半透過型表示素子のうち、透過部に適用する表示方式について説明する。

【0078】

上記従来の技術の中で説明したが、半透過型液晶表示素子に使用される断面構成は透過部と反射部の光利用効率を両方とも最大化するために、透過部のセル厚を反射部のセル厚の2倍になるように層間絶縁膜を設ける構成となつておる、これは公知となつてゐる。

【0079】

本発明の表示素子においても上記公知の構成を採用することは可能である。

しかし一方、本発明の表示素子において上記構成を実現しようとした場合、複屈折による着色を利用した表示原理に基づいているために、ツイステッドネマティック（TN）型液晶素子など、それを用いない液晶表示素子よりも厚いセル厚が必要となる。つまり前記層間絶縁膜の厚みが通常の半透過型液晶表示素子と比べて大きい構成が必要とされる。

【0081】

さらに半透過型液晶表示素子の利用状況を考えると、上記の通り、非常に明るい外光中でも十分な視認性をもって表示されることと、室内や暗所などにおいて高いコントラストや色再現性を実現し、フルカラーデジタルコンテンツを忠実に再現することが要求される。

【0082】

この中で、非常に明るい外光中でも十分な視認性をもって表示されることに関しては、本提案の複屈折による着色を利用した表示原理に基づく表示方法を反射型モードとして使用することによって可能である。

【0083】

一方、本提案における基本的な構成として説明した方法では青や赤など緑以外の表示色は、ECB効果に基づく着色現象を利用した表示方法および画素の面積分割によるデジタル階調（もしくは有彩色領域における擬似階調色）を採用しているが、こうしたデジタル階調は極めて高精細な表示素子においては人間の視認限以上となるため、完全なフルカラー表示に相当するが、精細度が必ずしも十分でない場合には階調表示能が若干不足して感じことがある。

【0084】

したがって透過型モードにてフルカラーデジタルコンテンツを忠実に再現するためには、より高い階調表示能を有することが必要と考えられる。

【0085】

そこで本発明では透過モードでは、時分割による混色を用いたフルカラー表示原理（フィールドシーケンシャルカラー：FSC方式）を用いることとする。つまり反射モードはECB効果による着色を利用したモードによる赤および青表示とカラーフィルタによる緑表示、透過モードは

(1) すべての色についてFSC方式を適用する、もしくは

(2) 緑についてはカラーフィルタによる連続階調表示、赤と青については光源を高速で切り替えることによって得られる連続階調表示

とする。これにより、上記2つの半透過型液晶に要求される項目を両立することが可能となる。なお(1)については透過領域にカラーフィルタを用いないこと、(2)については透過領域にマゼンタのカラーフィルタを用いることが好ましい。

【0086】

このような反射と透過で異なる表示モードによる素子構成を採用することによって、単なる組み合わせではない有効な効果が発現する。

【0087】

前記のとおり、現行の半透過型液晶表示素子では反射領域と透過領域で同じ原理に基づく表示方法を採用しているために、それぞれが最適な光利用効率を示すためには、反射領域と透過領域とで2倍のセル厚差を付与しなければならない。

【0088】

そのために上述のように層間絶縁膜形成プロセスが必要となっている。

【0089】

一方、本提案のように反射と透過で異なる表示モード、特に反射モードにECB効果による着色を利用したモード、透過モードにはECB効果による着色を利用しないモードを採用した半透過型液晶表示素子の場合、ECB効果による着色を利用したモードにおいて、本発明では青表示までをECB効果で表現できれば良い。よって黒から青表示までを反射モードにおいて実現するためには、液晶層（あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ

ノルによるソリューション層が、電圧による仰角によつてV_HからV_V位相反の軸曲へ変化させることができればよい。

【0090】

一方、透過モードにおいて黒から白表示までをECB効果で実現するためには、液晶層（あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ）によるリタテーション量が電圧による制御により0 nmから250 nm程度の範囲で変化させなければならない。

【0091】

つまり、反射領域において必要とされるセル厚と透過領域において必要とされるセル厚とが非常に近いことになる。したがって、現行の構成と比較すると前記層間絶縁膜の厚みを大幅に減少させることができるとなる。これによって、セル厚差を付けた結果発生しがちな配向欠陥や、段差部のテーパーに起因する開口率の減少を抑制することができる。

【0092】

あるいは液晶層厚を300 nmまでの制御が可能な条件で一定にしておき、透過モードにおける電圧による制御範囲を0 nmから250 nmに限定するようにすれば、前記層間絶縁膜を形成しなくても良いことになる。これによりフォトリソグラフィープロセスの簡略化が実現でき、コストダウンに寄与できる。また均一配向実現が容易となり、かつ開口率の向上にも寄与することができる。

【0093】

透過部の表示画像は高速で切り替え、それに同期して光源色を切り替えることでフルカラー画像とする。上記（1）の場合には公知のFSC方式と同様の駆動法を本発明の構成に適用すればよい。つまりフリッカ視認周波数である60 Hz程度を少なくとも3分割し、180分の1秒にて赤・緑・青のそれぞれの画像を形成することによって、視認上三原色の連続階調情報が混色され、フルカラー表示ができる。

【0094】

なお動画表示時の色割れ現象を防ぐためには180分の1秒よりも高速で画像形成することが好ましい。

【0095】

一方、上記（2）の場合には、フリッカ視認周波数である60 Hz程度を少なくとも2分割し、120分の1秒にて青表示画像を形成し、残る120分の1秒にて赤表示画像を形成することによって、視認上赤と青の連続階調情報が混色され、もともと表示可能な緑の連続階調色との組み合わせによってフルカラー表示ができる。これによって従来のフィールドシーケンシャル方式では少なくとも180分の1秒にて画像を形成する必要があることから、超高速な表示モードを適用することが必要であったが、本発明の方式では応答速度の制約は若干緩和されることになる。

【0096】

このとき緑の光源色は常時点灯してもかまわない。この場合、マゼンタカラーフィルタの色純度が高い（マゼンタカラーフィルタの緑色波長成分が小さい）ことが好ましい。

【0097】

なお動画表示時の色割れ現象を防ぐためには120分の1秒よりも高速で画像形成することが好ましい。

【0098】

なお本発明の半透過型液晶表示素子では同一電圧印加条件にて反射モードと透過モードで表示させた場合に、それぞれの表示色が異なってしまう可能性がある。この場合、反射領域と透過領域とで独立に印加電圧が制御できるような画素構成にしておくことがより好ましい。

【0099】

以上の議論をまとめ、本発明の半透過型液晶表示素子として好ましい構成を例示したものを図5に示す。

【0100】

凹口に小窓 61、62 は 111 による透明電極である。この透明電極 61、62 を通過する光の光路上にはそれぞれ緑・マゼンタのカラーフィルタが形成されている。64、65、66 はアルミなどによる反射電極である。65 の反射電極で反射する光の光路上には緑のカラーフィルタが形成されている。このカラーフィルタは光利用効率を高めるために、色再現範囲の狭い反射型タイプのものを用いることもできるし、あるいは 62 に用いる透過型用カラーフィルタを反射電極の一部だけに形成させることもできる。64、66 の反射電極上にはカラーフィルタを形成しない構成にすることもできるし、マゼンタ色などの緑色と補色関係にある色のカラーフィルタを形成させることで、E C B 効果による着色を利用した表示カラーの色純度を高めることができる。マゼンタ色のカラーフィルタを使用することによって液晶層に要求されるフィールド周波数を低減可能な点は上述のとおりである。なおドライバ I C コスト抑制のためにマゼンタを画素分割せずに使用することもできる。あるいは階調色を増やすために、さらに多くの画素分割（例えは 1：2：4 の 3 分割など）にすることもできる。

【0101】

また透明電極 61、62 の面積比は光源輝度および発光デューティーを鑑み、最適な値に調整することが好ましい。また反射電極 64、66 の面積比は 1：2 にしておくことが好ましい。なお、カラーフィルタ透過率のバランスを考慮してこれらの面積比を微調整させることができより好ましい。反射電極 64、66 により構成される第 1 の副画素と、反射電極 65 により構成される第 2 の副画素の面積比は、第 2 の副画素に用いるカラーフィルタの波長分光透過特性に応じて、最適なカラーバランスとなるように適宜調整しておくことが好ましい。

【0102】

また、E C B 効果による着色を利用する第 1 の副画素を面積分割する際には、階調ごとの色重心がずれないような画素形状と画素配置法を考慮しておくとより好ましい（図示せず）。

【0103】

また透明電極 61、62 と、反射電極 64、65、66 という透過画素と反射画素のそれぞれに対して、一般的な半透過型液晶表示素子では同一の電圧を印加する場合が多いが、本発明の素子の場合では、表示するための条件が反射モードと透過モードで異なっているために、これら 5 つの画素は独立に電圧制御できる構成にしておくことが好ましい。

【0104】

なお緑色に対してのみ非特許文献 1 に記載の構成を採用することも可能である。この場合は、透明電極 61 と反射電極 65 とは共通な電圧を印加することもできる。

【0105】

ただし、環境照度が低く本発明の半透過型液晶表示素子でバックライトを点灯している場合を考えると表示情報として視認されるのは透過型画素の画像情報が支配的と考えられること、また環境照度が高い場合にはもともとバックライトは消灯させておくのが一般的であることから、バックライトを消灯させている間は反射型画素に対して所望とする情報信号を印加するようにしておけば、それぞれに独立な電圧を印加する構成でなくとも大きな問題なく表示できると考えられる。

【0106】

以上述べたように、本発明の半透過型カラー表示モードは、高い光利用効率の素子を実現することが可能となる。また反射領域では本発明の E C B 効果による着色を利用した赤・青表示と、カラーフィルタによる緑表示を用い、透過領域では緑がカラーフィルタによるカラー表示であって、赤・青が時分割による混色を利用したカラー表示とすることにより、半透過型液晶表示素子に求められる要件を全て満足する表示性能を実現できるだけでなく、1 画素内に 2 倍のセル厚差を作りこむ必要がなくなるために、プロセスの簡略化と均一配向と高開口率化を同時に満足させることが可能となる。

【0107】

（適用できる液晶表示モード）

本発明は以下に述べるいづれかの構成を小セクターに適用する。

【0108】

上で述べたVAモードは、液晶層の液晶分子が電圧無印加時には基板面に略垂直に配向し、電圧印加時には略垂直の配向から傾斜してリタテーションを変化させる。

【0109】

OCB (Optically Compensated Bend) モードは、液晶層の液晶分子が電圧印加によってペンド配向と略垂直配向との間に配向状態を変化させることでリタテーションを変化させており、本発明を適用できることはVAモードと同様である。またOCBモードはネマティック液晶の中ではもっとも高速と言われており、本発明のフィールドシーケンシャルカラー方式に適用するにはもっとも適する表示モードとなっている。

【0110】

また本発明ではリタテーション変化による表示色を利用するため、視野角による色調変化を考慮しなければならない。しかし昨今のLCD開発の進歩は著しく、RGBカラーフィルタ方式を用いたカラー液晶ディスプレイでは視野角依存性の問題はほとんど解決しているといつても過言ではない。例えばOCBモードではペンド配向による自己補償効果によって、視野角の変化に伴うリタテーション変化を抑制することが報告されている。また、STNモードも位相差フィルム開発の進展によって視野角特性は大きく改善されている。これらOCBやSTNモードもリタテーション量を適宜設定することによってECD効果に基づく着色現象を得ることができるために、本発明の構成を適用することが可能である。

【0111】

(その他の構成要件)

本発明の液晶表示素子の駆動には、直接駆動方式、単純マトリクス方式、アクティブマトリクス方式のいずれの方式も用いることが出来る。

【0112】

また用いる基板はガラスでもよいしプラスチックでもよい。透過型の場合には一対の基板両方とも光透過性のものが必要であるが、反射型の場合には反射層の支持基板として光を透過しないものを用いてもよい。また使用する基板として可撓性を有するものを用いても良い。本明細書中では上下に電極を設ける構成を中心に説明したが液晶層のリタテーション値が変化可能な表示モードであれば、インプレーンスイッチング(IPS)モードのように横電界を印加する方法などのように、電圧の印加方向によらず本方式を適用することが可能である。

【0113】

また反射型にする場合には、反射板として鏡面反射板を用い液晶層の外側に散乱板を設けるような、いわゆる前方散乱板方式や、反射面の形状を工夫して指向性を設けたいわゆる指向性反射板など、各種反射板を用いることが出来る。また本実施の形態では一例として垂直配向モードを例示したが、他にも平行配向モード、HAN型モード、OCBモードなど電圧印加によるリタテーション変化を利用するモードであればいずれのモードにも適用することが可能である。

【0114】

また、本実施の形態では主として電圧無印加時に黒表示となるようなノーマリブラックの構成を例示して説明した。この構成は円偏光板および電圧無印加時に基板面内方向に複屈折を持たない表示層を積層することによって実現出来るのであるが、この構成において円偏光板を通常の直線偏光板などに置き換えることによって電圧無印加時に白色表示となるようなノーマリホワイトの構成にしてもよい。

【0115】

あるいはこれらいずれかの構成に一軸性位相差板などを積層することによって、電圧無印加時に有彩色表示させるような構成にしてもよい。この場合は電圧を印加することによって積層した一軸性位相差板のリタテーション量をキャンセルする方向に液晶分子配列を

变形させることで表示の大きさを変えることができる。

【0116】

また本発明の本質は、人間の視感度特性が最も良好な緑表示においてカラーフィルタを用いた連続階調を得ることを基本原理として高い光利用効率にて多色表示を得るということであるから、STNモードなどのねじれ配向状態となっている液晶モードやゲストホストモード、選択反射モードなど、様々なモードを適用することが可能である。

【0117】

なお、本明細書中では緑と、緑の補色のマゼンタ色を中心に説明したが、赤と、赤の補色のシアンであっても、青と、青の補色の黄色であっても、本発明の半透過型表示素子に使用することは可能である。

【0118】

(液晶表示素子以外への適用)

以上の記述では液晶のECB効果を中心に詳述してきた。しかしながら本発明の基本となる考え方は、一部の画素ではモノクロ表示モードにカラーフィルタを適用したカラー表示を行うとともに、他の画素では色相変化しうる表示モードを利用する表示方式を半透過型表示素子に適用した点にある。したがって、上述のECB効果を用いた構成に限らず上記表示モードが適用できる素子であればあらゆる表示モードを適用することが可能となる。

【0119】

その例として、(1)機械的な変調によって干渉層の空隙距離を変化させるモード、(2)着色粒子を移動させることによって表示・非表示を切り替えるモードについて、以下で説明する。

【0120】

(1)は例えばSID97 Digest p. 71に記載のような構成であって、基板との空隙の距離を変化させることによって干渉色の表示・非表示の切り替えを行っている。ここでは変形可能なアルミ薄膜が外部からの電圧制御によって基板に接近したり離れたりすることでオン・オフの切り替えを行っている。またこのときの発色原理は干渉を利用したものであるために、上述した液晶のECBを利用した干渉による発色とまったく同じ議論が成立する。

【0121】

したがって、この空隙距離変調素子においても、電圧などの外部制御可能な変調手段によって光学的性質を変化させることができ、かつ該素子がとりうる最大明度と最小明度との間を前記変調手段によって明度変化させることができる変調領域と、該素子がとりうる複数の色相を前記変調手段によって変化させることができる変調領域とを有していることになる。

【0122】

このような素子に対してその単位画素を複数の副画素に分割し、そのうち前記複数の副画素の少なくとも一つは、前記色相変化に基づく変調領域を用いたカラー表示を行う事ができる第1の副画素と、カラーフィルタ層を有した第2の副画素からなることによって、上記詳述した液晶素子と全く同様にして、高い光利用効率などの優れた特性を有する表示素子が実現可能となる。

【0123】

(2)は例えば、特開平11-202804などに記載の粒子移動型表示素子が好適に利用される。この例は電気泳動特性を利用して、コレクト電極及び表示電極間での電圧印加によって透明な絶縁性液体中で着色帶電泳動粒子を基板面と水平に移動させることによって表示・非表示の切り替えを行うものである。

【0124】

またこれを応用し、2種類のカラー粒子を用いる構成としてもよい。つまり、観察者から見て互いにほぼ重畠する位置に配置される2つの表示電極と、2つのコレクト電極と、互いに異なる帶電極性および呈色を示し、少なくとも何れか一方が透光性である2種類の

粒子を複数個の電極に並べて、各々の電極に表示される粒子が表示電極に配置され、又は表示電極に配置された状態、又は何れか一方の粒子が表示電極に配置され他方の粒子がコレクト電極に集合した状態、又はこれらの中間状態、を形成可能な駆動手段とを含む単位セルとなるような構成にすることもできる。

【0125】

該単位セル中における2種類の泳動粒子色の組み合わせが例えば青と赤である構成を考える。この場合において白表示とする場合には、2種類とも粒子全てがコレクト電極に集合した状態となるよう駆動し、表示電極が全て露出した状態とすればよい。また赤もしくは青の単色表示の場合には、該単位セルにおいて所望の単色粒子のみを表示電極に配置することによって単色を表示すればよい。

【0126】

例えば青表示の場合は、青粒子を表示電極に配置し光吸収層を形成し、赤の粒子をコレクタ電極に集めればよい。一方黒表示の場合は、全ての粒子を表示電極に配置し光吸収層を形成することによって、第1電極、第2電極に形成された赤粒子、青粒子のそれぞれの吸収層を通過するため減法混色によって黒色となる。中間調表示の場合は、黒表示時的一部分の粒子だけを表示電極に配置すればよい。これによって、該単位セルは赤・青の有彩色間での色相の変調、および白・黒・中間調の表示による明度の変調を行うことができる。

【0127】

よって、こういった構成を使用することによって、単位画素を複数の副画素に分割し、そのうち前記複数の副画素の少なくとも一つは、前記色相変化に基づく変調領域を用いたカラー表示を行う事ができる第1の副画素と、カラーフィルタ層を有した第2の副画素からなることによって、上記詳述した液晶素子と全く同様にして、優れた特性を有する表示素子が実現可能となる。例えばこの構成では最も視感度特性の高い緑色表示において上記の単純な基本構成をとることが出来るために、表示安定性、特に階調表示安定性が高く、多色表示可能かつ明るい粒子移動型表示素子を得ることが可能となる。

【0128】

上記表示素子は現在のところ応答速度が十分でないため、透過部分に用いる時分割表示には若干適していないが、今後の応答速度の改善によって適用可能になると考えられる。

【実施例】

【0129】

以下、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【0130】

(共通素子構成)

実施例に用いる共通の素子構造として下記のものを用いた。

【0131】

液晶層の構造として、基本的な構成は図3に示す構成と同様なものとし、垂直配向処理を施した2枚のガラス基板を重ね合わせセル化し、液晶材料として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である液晶材料(メルク社製、型名MLC-6608)を注入した。なおこのとき実施例に応じてリタデーションが最適となるようにセル厚を変化させた。

【0132】

用いる基板構造として、一方の基板にTFTが配置されたアクティブマトリクス基板を用い、もう一方の基板にはカラーフィルタが配置された基板を用いた。このときの画素形状やカラーフィルタ構成は実施例に応じて変化させた。

【0133】

TFT側の画素電極にはアルミ電極もしくはITO透明電極を用い、実施例に応じて反射型・透過型・半透過型いずれかの構成とした。

【0134】

また上基板(カラーフィルタ基板)と偏光板との間には位相補償板として広帯域1/4板(可視光領域で1/4波長条件をほぼ満たすことができる位相補償板)を配置した。こ

れに より 例 1 で示す 小さな 電圧印加時 には 明るくなる 、 電圧印加時 には 暗くなる ような ノーマリ ブラック構成とした。

【0135】

半透過型の透過部に用いるための光源は赤・緑・青のLEDを用いて、実施例に応じて、公知の技術を用いて時分割による混色表示のための光源切り替えを行った。

【0136】

(比較例)

比較のために、対角12インチ、画素数 600×800 のECB型アクティブマトリクス液晶表示パネルを用いた。この画素ピッチは約 $300 \mu\text{m}$ である。各画素は3分割されて、それぞれに赤・緑・青のカラーフィルタが配置されている。液晶層は、±5V電圧印加時の反射分光特性の中心波長が550nm、及びリタデーション量が138nmとなるよう、厚さを3ミクロンに調整した。

【0137】

セル構造は図3に示されたものと同じである。電極4、6の表面に垂直配向膜(不図示)を塗布し、電圧印加時の液晶分子の傾斜方向が偏光板1の吸収軸に対して45度となるように、垂直配向膜には基板法線から1度程度のプレチルト角をその方向に付与した。上下の基板3と7を張り合わせてセルを作り、液晶材料として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である液晶材料(メルク社製、型名MLC-6608)を注入したところ、電圧を印加しないときは液晶5が基板表面に垂直に配向した。

【0138】

このような液晶表示素子について、電圧を様々に変化させることによって画像を表示させたところ、RGBそれぞれの画素について印加電圧に応じた連続階調色が得られ、それによってフルカラー表示可能であるが、反射率は16%となる。

【0139】

一方、非特許文献1に記載の構成に基づき半透過型構成としたとき、透過部と反射部の面積比を1:1にしたところ、反射率は半分の値とはならず若干小さめの7%程度となる。

【0140】

(参考例1)

アクティブマトリクス基板として、上記比較例と同じ対角12インチ、画素数 600×800 (×3)のアクティブマトリクス基板を用いる。

【0141】

各画素は3つの副画素に分割され、カラーフィルタとしては緑だけを用いて、残る副画素である2つの画素はリタデーションによる着色表示を利用するためカラーフィルタを配さず透明のままとする。またこの残る2画素については、面積階調を行うために、面積比を1:2とした。

【0142】

液晶層のリタデーションは、反射型なので図1の半分の値であればよい。赤表示と青表示ができるように、透明画素の±5V電圧印加時のリタデーション量が300nmとなるよう、セル厚を5ミクロンに調整した。緑画素の条件については比較例と同様とした。

【0143】

このような液晶表示素子について、電圧を変化させることによって画像を表示させると、緑のカラーフィルタを有する画素に関しては、印加電圧値に応じた透過率変化を示し連続階調特性が得られる。

【0144】

一方緑のカラーフィルタを有さない他の画素に関しては、5V印加時には青色、3.8V印加時には赤色表示となり、したがって本実施例の液晶パネルが三原色表示である。さらに3V以下の領域では印加電圧の大きさに応じた連続階調を表示する。

【0145】

さらに赤と青に関しては、表示させる副画素を変化させることによって面積階調が実現

ざらつき感の残る画像となっていた。

【0146】

なおこの素子の反射率は33%であり、比較例と比較して2倍の値となり、かなり明るい白表示である。

【0147】

(実施例1)

アクティブマトリクス基板として、上記比較例と同じ対角12インチ、画素数600×800(×3)のアクティブマトリクス基板を用いる。

【0148】

本実施例において、縦600横2400からなる各副画素は4副画素を一組とした画素として取り扱い、そのうち3つは反射型として用いるようにアルミ電極とし、残る一つはITO電極とした。反射電極を用いる副画素のうち、一つの副画素に緑カラーフィルタを用いて、残る反射用副画素である2つの画素はリタデーションによる着色表示を利用するためにカラーフィルタを配さない。またこの2画素については、面積階調を行うために、面積比を1:2とした。残る一つの画素はカラーフィルタを用いない構成とした。この透過部画素と、反射部全体との面積比は1:1とした。

【0149】

液晶層のリタデーションは、反射型なので図1の半分の値であればよい。赤表示と青表示ができるように、透明画素の±5V電圧印加時のリタデーション量が300nmとなるよう、セル厚を5ミクロンに調整した。緑画素の条件については比較例と同様とした。

【0150】

このような液晶表示素子について、電圧を変化させることによって画像を表示させると、緑のカラーフィルタを有する画素に関しては、印加電圧値に応じた透過率変化を示し連續階調特性が得られる。

【0151】

一方緑のカラーフィルタを有さない他の画素に関しては、5V印加時には青色、3.8V印加時には赤色表示となり、したがって本実施例の液晶パネルが三原色表示である。さらに3V以下の領域では印加電圧の大きさに応じた連続階調を表示する。

【0152】

さらに赤と青に関しては、表示させる副画素を変化させることによって面積階調が実現できる。しかしながら、その階調量が4階調しかないために自然画を表示させた際に若干ざらつき感の残る画像となっていた。

【0153】

なおこの素子の反射率は、画素内の段差の影響が無いため参考例1のちょうど半分の16%であり、比較例と比較すると2倍以上の値となり、かなり明るい白表示である。

【0154】

また、透過部は光源をRGBの三原色を180分の1秒ごとに切り替え、それに表示画像を同期させることによってフルカラー表示を得ることが出来た。ただし、室温以下の領域では応答速度が若干不足するために、若干色再現性の悪い表示となっていた。

【0155】

(参考例2)

参考例1と同じ基板で、透明画素のかわりに、図4に示す透過分光特性を示すカラーフィルタ(富士フィルムアーチ社製、型名CM-S571)を設けた画素構造を採用した。

【0156】

ECB効果に基づく着色現象を利用した場合、リタデーション色特有の色純度の低さが問題となるが、緑と補色関係にあるカラーフィルタと組み合わせた場合、赤と青の発色スペクトルのテール部分をカットできるので、色純度が増す効果がある。この素子の、緑と補色関係にあるカラーフィルタを設けた画素に対して電圧を印加したときに参考例1と同様に、5V印加時には青色、3.8V印加時には赤色表示となり、本実施例の液晶パネル

【0157】

さらに3V以下の領域では印加電圧の大きさに応じたマゼンタの連続階調表示ができる。

【0158】

またこの素子の反射率は28%であり、参考例1と比較すると若干劣るものの、比較例と比較するとかなり明るい白表示となる。またこの実施例におけるカラー表示では、色度座標上において参考例1と比べて大きく色再現範囲が広がっている。

【0159】

(実施例2)

実施例1と同じ基板で、反射電極に用いる透明画素のかわりに、図4に示す透過分光特性を示すカラーフィルタ(富士フィルムアーチ社製、型名CM-S571)を設けた画素構造を採用した。透過部にはカラーフィルタを設けなかった。

【0160】

その結果参考例2と同様に、ECB効果に基づく着色現象を利用した場合、リタデーション色特有の色純度の低さが問題となるが、緑と補色関係にあるカラーフィルタと組み合わせた場合、赤と青の発色スペクトルのテール部分をカットできるので、色純度が増す効果がある。この素子の、緑と補色関係にあるカラーフィルタを設けた画素に対して電圧を印加したときに参考例1と同様に、5V印加時には青色、3.8V印加時には赤色表示となり、本実施例の液晶パネルが三原色表示可能であることが確認できる。

【0161】

さらに3V以下の領域では印加電圧の大きさに応じたマゼンタの連続階調表示ができる。

【0162】

またこの素子の反射率は14%であり、実施例1と比較すると若干劣るものの、比較例と比較するとかなり明るい白表示となる。またこの実施例におけるカラー表示では、色度座標上において参考例1と比べて大きく色再現範囲が広がっている。

【0163】

また、透過部は光源をRGBの三原色を180分の1秒ごとに切り替え、それに表示画像を同期させることによってフルカラー表示を得ることが出来た。ただし、室温以下の領域では応答速度が若干不足するために、若干色再現性の悪い表示となっていた。

【0164】

(実施例3)

実施例2と同じ基板を用いて、緑画素の中に透過部と反射部の二種類の領域を設けた。透過部および反射部の全体の面積比は実施例2と同一とした。また透過部にはマゼンタカラーフィルタを設けた。

その結果、反射率は実施例2と同じ14%であった。

【0165】

透過部での表示においては、緑のLEDは常時点灯させておくことで駆動系の負荷が軽減される。つまり、緑を常時点灯させていても、透過部のマゼンタカラーフィルタによって緑の光源色はカットされるため、緑の光源色が表示に影響を与えるのは緑画素のみである。一方、マゼンタカラーフィルタを通過するのは赤色と青色のみである。したがって、緑以外の残る二原色を切り替えるだけのことになる。したがって、透過部は光源をRとBの二原色を120分の1秒ごとに切り替え、それに表示画像を同期させることによってフルカラー表示を得ることが出来た。また、室温以下の領域においても応答速度が大きく不足することなく、色再現性の良好な表示が得られる。

【0166】

(実施例4)

実施例1～3について公知の構成からなるOCBモードの表示素子を適用した。これによって、高速な表示が得られ、透過部では室温以下の範囲においても良好な色再現性を得

【0167】

以上述べたように、本実施例によって光利用効率の高い半透過型液晶表示素子を実現可能となる。

【0168】

さらに本実施例では駆動基板としてTFTを用いているが、その替わりにMIMを用いたり、半導体基板上に形成したスイッチング素子を用いるといった基板構成の変更や、単純マトリクス駆動やプラズマアドレッシング駆動にしたりといった駆動方法の変形は自明になしえる。

【0169】

また本実施例では垂直配向モードやOCBモードを中心に述べたが、既述したように平行配向モード、HAN型モードなど電圧印加によるリタデーション変化を利用するモードであればいずれのモードにも適用することが可能である。またSTNモードなどのねじれ配向状態となっている液晶モードにも適用することが可能である。またネマティック液晶に限らず、スマートディスプレイ液晶を適用することも可能である。

【0170】

また、ECB効果を有する液晶素子の替わりに機械的な変調によって干渉層の媒体としての空気の厚さである空隙距離を変化させるモードを用いる場合でも本実施例と同様の効果が得られる。また、表示装置として、実施の形態中で述べた構成に基づく媒体である複数の粒子を電圧印加によって移動させる粒子移動型表示素子を用いる場合でも本実施例と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0171】

【図1】リタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

【図2】本発明の実施の形態に係る液晶表示素子の1画素の画素構造を表す図。

【図3】本発明の液晶表示素子に用いる層構成の説明図。

【図4】本発明の液晶表示素子に用いたマゼンタカラーフィルタの分光スペクトルを示す図。

【図5】本発明の液晶表示素子の他の画素構成を示す図。

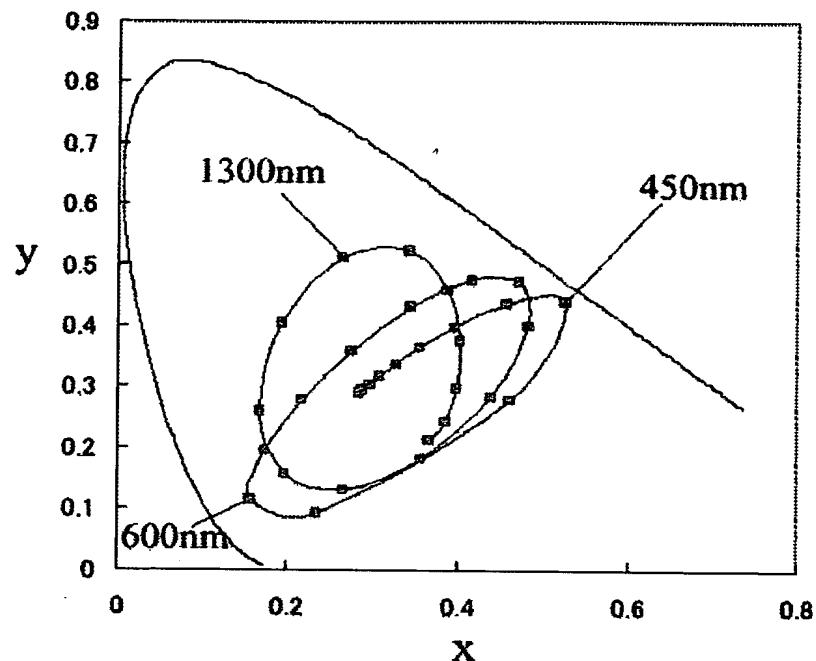
【図6】本発明の液晶表示素子においてリタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

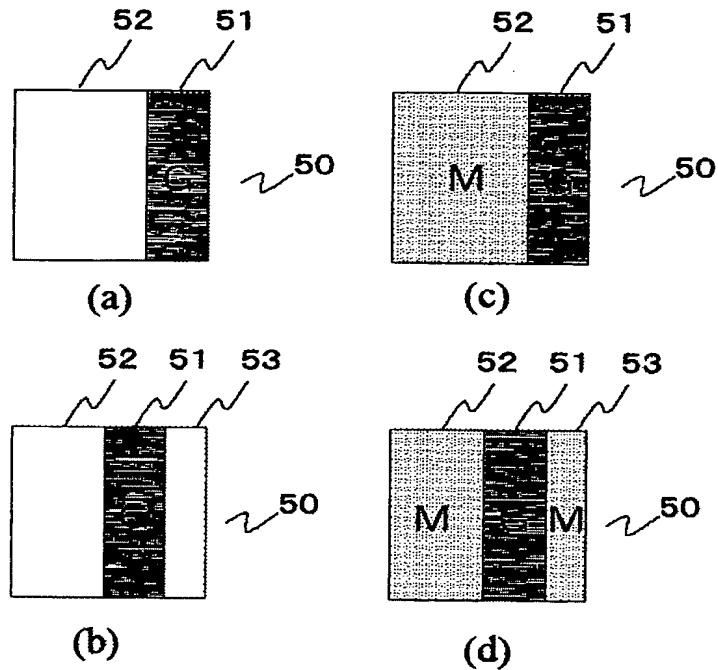
【図7】本発明の液晶表示素子において、緑色と補色関係にあるカラーフィルタを設けた場合におけるリタデーション量が変化したときの色度図上の変化を表す図。

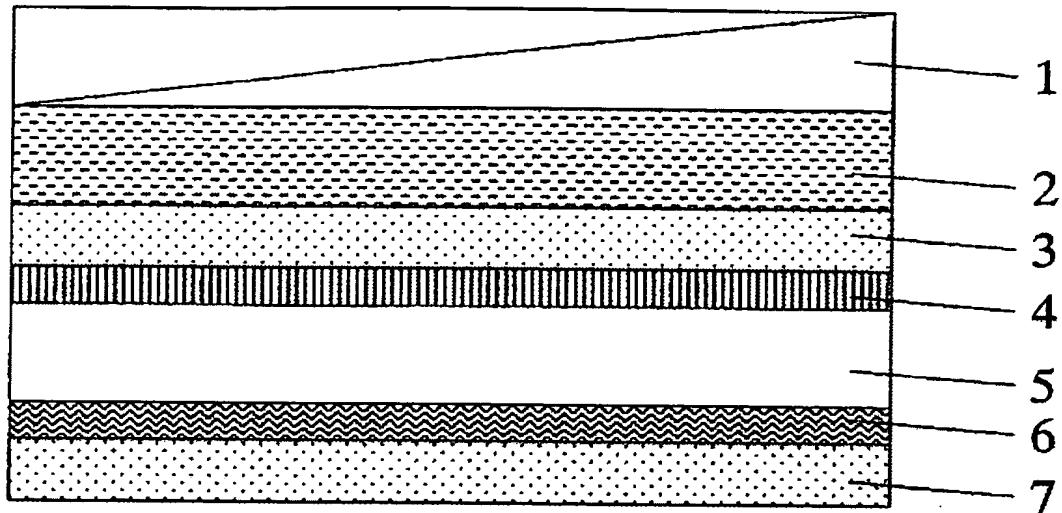
【符号の説明】

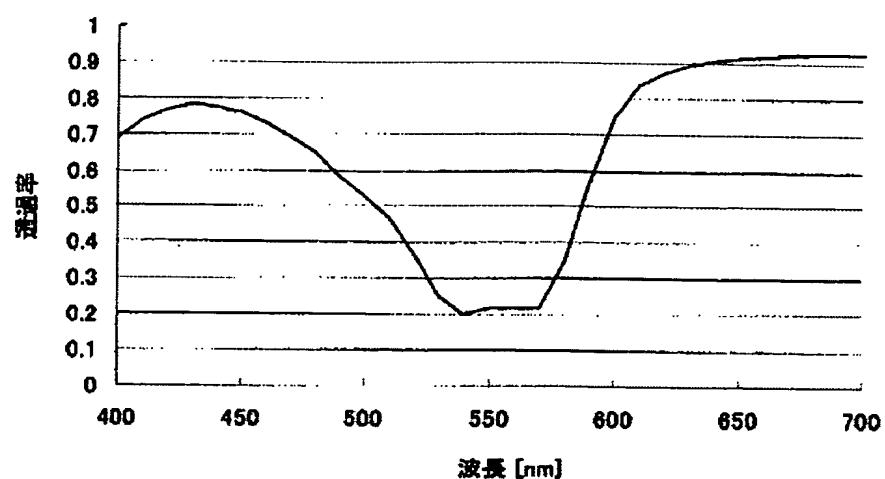
【0172】

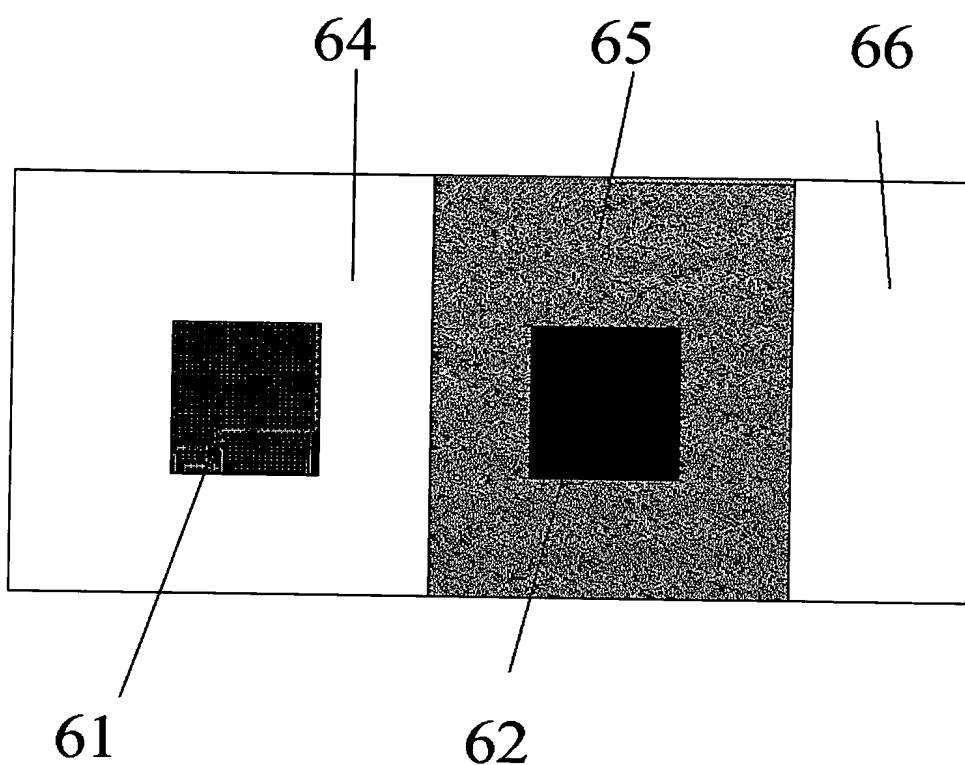
- 1 偏光板
- 2 位相補償フィルム
- 3 ガラス
- 4 透明電極
- 5 液晶
- 6 透明電極
- 7 反射板
- 50 画素
- 51 副画素1
- 52 副画素2
- 61～62 透明電極
- 64～66 反射電極

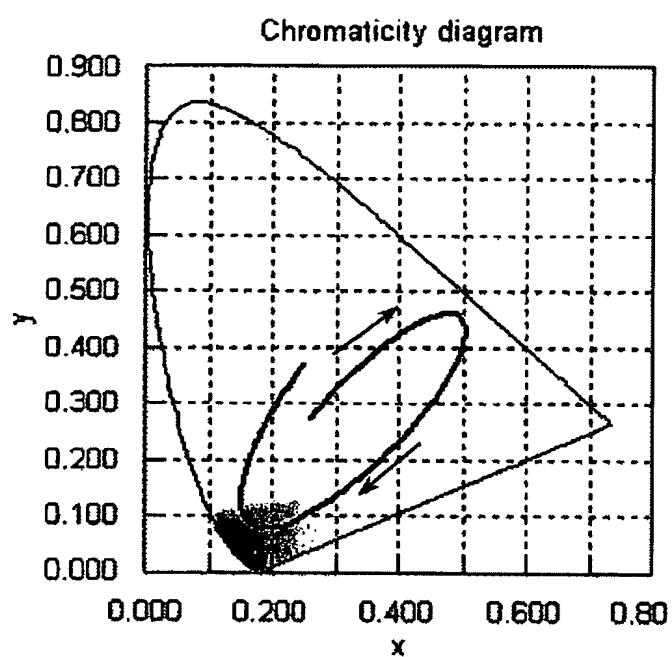




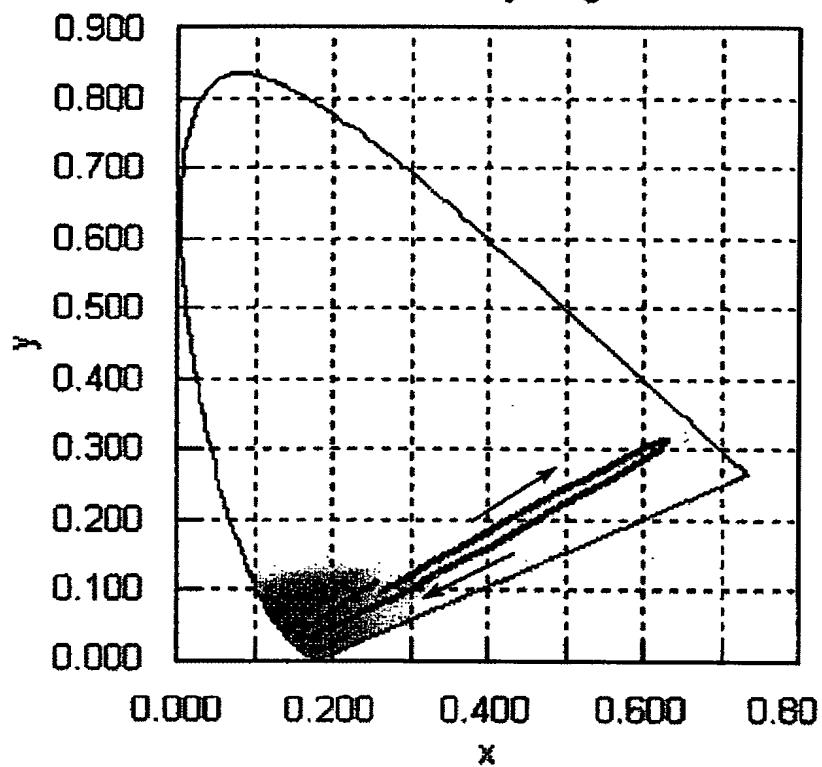








Chromaticity diagram



【要約】

【課題】 半透過型のE C B型液晶表示素子では、透過部と反射部とのセル厚差を大きくしなければならず、製造上の困難を生じていた。

【解決手段】 変調手段によって明度を変化させる明度変化範囲と、前記変調手段によって色相を変化させる色相変化範囲とを持つ表示素子と、複数の異なる色の光源とを有し、前記光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子を変調させることによって時分割によるカラー画像を表示することを特徴とするカラー表示装置。

【選択図】 図5

000001007

19900830

新規登録

595017850

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/008740

International filing date: 06 May 2005 (06.05.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-137504
Filing date: 06 May 2004 (06.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 June 2005 (30.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse